

### 뇌파를 음악으로 변환하는 헬멧

런던의 예술가인 Aiste Noreikaite 는 최근 자신의 뇌파를 소리로 들을 수 있게 하는 "Experience Helmet"으로 명명된 신경신호 측정 헬멧을 개발했다. 이 헬멧에 적용된 기술은 이미 1800년대에 발견된 현상인 바이노럴 비트(binaural beat) 현상을 응용한 것으로서 이는 좌, 우 귀에 서로 다른 비트 주파수를 가진 소리 자극을 들려줄 때 주파수 차이에 해당하는 소리가 뇌간(brainstem)에서 인식되는 생리 현상이다. Noreikaite 가 개발한 헬멧은 사용자가 맑은 정신 상태를 가지고 있을 때 바이노럴 비트의 소리가 커지고, 특정한 대상에 집중하고 있을 때는 비트가 빨라지며 더 리드미컬해 지도록 설계됐다. 이 헬멧은 지속적인 자가 피드백을 통해 뇌파를 특정한 상태로 조절할 수 있게 하는 뉴로피드백(neurofeedback) 기술의 일종으로 볼 수 있지만 기존 뉴로피드백이 사용자의 뇌파로부터 특정한 지표(정량뇌파지표)를 추출하여 피드백을 주는 것과 달리 이 헬멧은 사용자 자신의 뇌파 신호를 간단한 변환 과정을 통해 가청주파수 대의 소리 정보로 변환한다는 점에서 큰 차이를 지닌다. 최근 뇌에서 발생하는 신호를 소리나 영상으로 변환하여 비언어적인 의사소통 수단으로 활용하거나 문화 예술과 접목하기 위한 연구가 시도되고 있는데 Noreikaite 의 헬멧은 이 연구들의 시금석 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

[출처] <http://www.wired.com/2015/01/trippy-helmet-tricks-meditating/>

<http://neurogadget.com/2015/01/20/artistic-eeeg-helmet-translates-brainwaves-sounds-creates-relaxing-loop/10708>

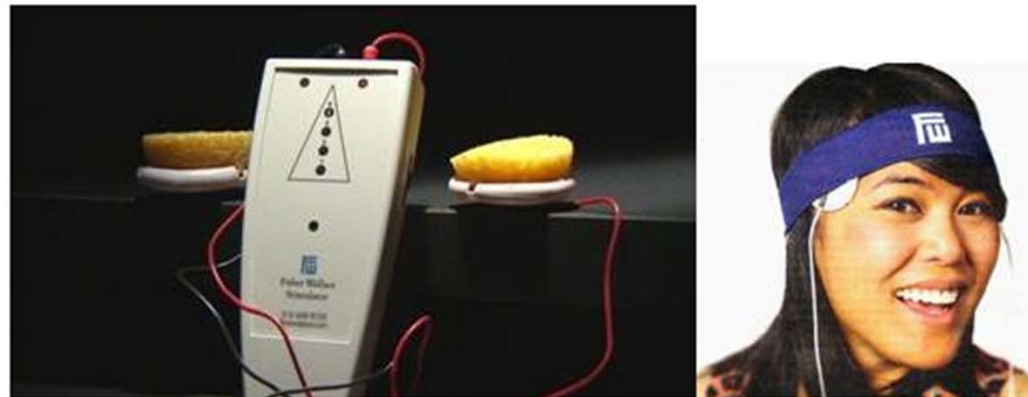


Noreikaite 이 런던 거리 한 복판에서 자신의 뇌파가 만들어내는 소리를 듣고 있는 모습

### 우울증과 불면증 치료를 위한 비약물적 뇌자극 치료기기

아직까지 명확한 기전은 밝혀져 있지 않지만 최근 많은 연구들로부터 뇌에 약한 전류 자극을 가함으로써 다양한 뇌 질환에 효과를 볼 수 있다는 사실이 밝혀지고 있다. 가장 대표적인 뇌 자극 기기로는 Fisher-Wallace stimulator 라고 불리는 휴대용 뇌 전기자극치료기가 있는데 이 기기는 최근에 불안장애, 우울증, 만성 통증의 치료를 위해 사용이 가능하다는 미국식품의약품안전청(FDA)의 허가를 취득하기도 했다. 이 기기는 단 2개의 AA 건전지로 작동이 가능하며 인지하기 힘든 수준의 매우 미약한 전류를 두피에 부착한 두 개의 전극을 통해 뇌로 흘려 보낸다. 두개골은 전기전도도가 낮아 전류를 투과하기 어려울 것으로 생각하지만 실제로 두개골과 뇌 사이를 채우고 있는 뇌척수액의 전기전도도가 두피의 전기전도도보다 훨씬 높아서 많은 양의 전류가 뇌척수액을 통해 뇌에 전달된다. 뇌에 흘러 들어간 전류는 뇌를 자극할 수 있는 수준의 강도는 아니지만 지속적인 전류 흐름에 의해 뇌신경세포의 활성도가 달라지게 되므로 특정한 뇌 영역의 활동을 유도하거나 억제하는 것이 가능하다. 이와 유사한 비약물적 뇌자극 치료기기는 최근 뇌공학 분야에서 가장 뜨거운 주제 중 하나로서 다수의 스타트업 회사들이 이 새로운 웨어러블 기기 사업에 뛰어들고 있다.

[출처] <http://www.myfoxtampabay.com/story/27987988/new-device-gaining-widespread-use-to-treat-depression-insomnia>

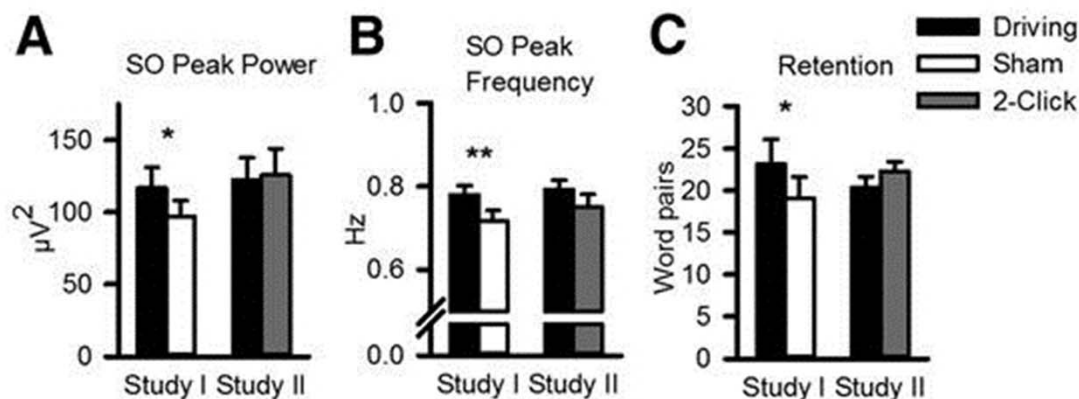


Fisher-Wallace Stimulator(좌)와 착용 모습(우)

### 청각 폐루프 자극을 통한 수면 서파 유도와 기억 증강 기술

2013년 독일 튀빙겐대학 연구 그룹은 청각 폐루프 자극(auditory closed-loop stimulation)을 통해 수면 서파(sleep slow oscillation) 제어가 가능하며 수면의 중요한 역할 중 하나인 기억 통합에 긍정적인 영향을 주어 기억력을 증강시키는 것이 가능하다는 사실을 Cell 자매지인 Neuron 에 발표했다. 기본적인 원리는 서파 수면(slow wave sleep) 시 측정되는 수면 서파(1 Hz 내외)의 phase 에 맞춰 소리 자극을 가해주는 것으로서 이와 같은 단순한 소리 자극을 들려 줌으로써 수면파 리듬을 증강시키고 기억 통합 기능을 향상하는 것이 가능하다. 이 연구 결과는 인간이 이루지 못한 꿈들 중 하나인 인지 증폭(intelligent amplification)을 가능하게 하는 가장 안전하고 효과적인 방법이라는 극찬을 받으며 많은 후속 연구들을 생산해 내고 있다. 이 그룹에서 발표한 2015년 후속 연구(Journal of Neuroscience)에서는 이 기술의 메커니즘을 규명하기 위한 추가적인 실험들 이외에 보다 효과적인 서파 유도과 뛰어난 기억 지속력을 가능하게 하는 다양한 조건을 제시하였다. 이 기술을 바탕으로 하는 웨어러블 수면 뇌공학 기기가 이른 시일 내에 출시될 것으로 기대된다.

[출처] <http://www.jneurosci.org/content/35/17/6630.full>

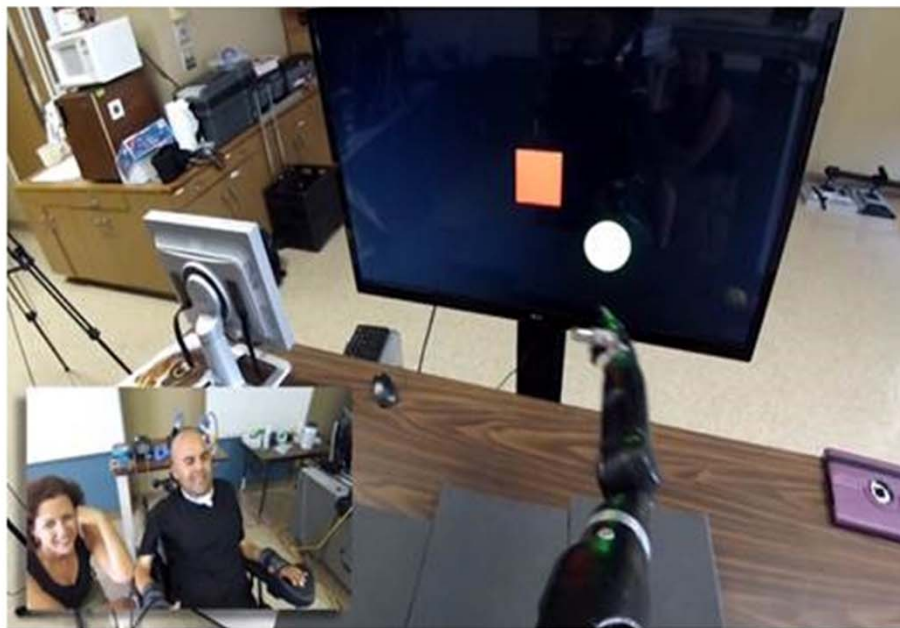


자극 방식에 따른 효과 비교: Sham 자극(가짜 자극)에 비해 Driving 방식 자극이 유의미하게 높은 Slow Oscillation(SO) 파워와 peak 주파수를 유도하며 기억력을 향상시킴

### 사지마비 환자의 후두정엽 신경신호를 이용한 뇌-기계 인터페이스

뇌-기계 인터페이스(Brain-Machine Interface: BMI)는 뇌에서 발생하는 신경 신호를 해독하여 사지마비 환자들이 로봇 팔, 휠체어와 같은 기계를 제어하거나 외부와 의사소통을 가능하게 하는 기술을 통칭한다. 기존의 BMI 연구에서는 사지마비 환자의 운동 의도를 읽어내기 위하여 환자의 대뇌 운동피질에 미세 전극 어레이를 꽂아 신경 신호를 측정하는 방식이 일반적이었다. 2015년 Caltech의 Richard A. Andersen 교수 연구팀은 인간의 운동이 일어날 때 운동 피질 뿐만 아니라 운동 전 영역(premotor area)이나 보조운동영역(supplementary motor area), 심지어는 후두정엽피질(posterior parietal cortex: PPC) 등과 같은 다양한 뇌 영역이 함께 활동한다는 사실에 착안하여 환자의 운동영역에서 벗어난 PPC 영역에 미세 전극 어레이를 삽입하고 이 때 측정된 신경신호를 이용하는 BMI 시스템을 구현하였다. 이 방식의 장점은 운동피질은 운동에만 관여하는데 반해 PPC는 운동 이외의 다른 행위나 심상에도 관여하기 때문에 보다 고차원적이고 다기능을 가진 BMI 시스템 구현이 가능하다는 것이다.

[출처] <http://www.sciencemag.org/content/348/6237/906>



실험대상 사지마비 환자가 로봇 팔을 제어하는 동영상 스틸컷